



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ПАТЕНТАМ  
И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)

# ПАТЕНТ

№ 2071126

на ИЗОБРЕТЕНИЕ

"Запоминающий элемент"

Патентообладатель (ли): Кригер Юрий Генрихович

Автор (авторы): Кригер Юрий Генрихович и Юданов Николай  
Федорович

Приоритет изобретения

27 августа 1992г.

Дата поступления заявки в Роспатент

27 августа 1992г.

Заявка №

5060184

Зарегистрирован в Государственном  
реестре изобретений

27 декабря 1996г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РОСПАТЕНТА

BEST AVAILABLE COPY

6/1996



(19) RU (11) 2071126 (13) C1

(51) 6 G 11 C 13/02

Комитет Российской Федерации  
по патентам и товарным знакам

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**  
к патенту Российской Федерации

1

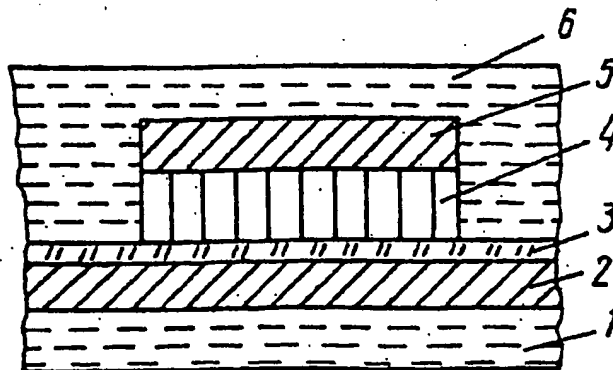
(21) 5060184/09 (22) 27.08.92  
(46) 27.12.96 Бюл. № 36  
(75) Кригер Ю.Г., Юдавов Н.Ф.  
(73) Кригер Юрий Генрихович  
(56) Патент США N 3833894, кл. G 11C 13/00, 1974.  
(54) **ЗАПОМИНАЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ**  
(57) Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в запоминающих устройствах ЭВМ, в разработках систем ассоциативной памяти. Уст-

2

ройство позволяет повысить информационную плотность, надежность и упростить технологию производства за счет того, что молекулярный носитель информации выполнен из соединения с низкоразмерной структурой и нанесен на дополнительный слой носителя зарядов с электронно-ионной проводимостью, что позволяет записывать и считывать информацию в цифровом или аналого-дискретном виде. 2 ил.

RU  
2071126  
C1

RU  
2071126  
C1



Фиг. 1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в запоминающих устройствах ЭВМ, в разработке систем ассоциативных запоминающих устройств, создание банкой данных с прямым доступом, создание видео-аудио аппаратуры нового поколения.

В настоящее время использование полупроводниковой технологии в области микроэлектроники, создание электронных устройств ограничено тем, что имеет ограниченную плотность электродов, большое тепловыделение и сложность производства [1, 2].

Сейчас идет интенсивный поиск новых принципов функционирования и производства электронных устройств с использованием супермолекулярных ансамблей, характеризующихся своими малыми размерами, разнообразием форм и которые под воздействием электрического, магнитного полей или спектра облучения изменяют свои электрофизические или оптические характеристики.

Этот подход открывает перспективу создания электронных устройств нового поколения, основанных на новых механизмах хранения и преобразования информации и подборе соответствующих материалов. Устройства, которые могут обладать более высокой плотностью элементов, простотой технологией и высокой надежностью.

Известно органическое запоминающее устройство, содержащее запоминающую матрицу на органическом компаунде, детектор, адресный дешифратор, регистр маски. Запоминающая матрица имеет пятислойную структуру [3]. Недостатком данного устройства является сложность и громоздкость запоминающей матрицы и самого устройства, что весьма существенно при изготовлении и эксплуатации. Сложность и громоздкость обусловлены тем, что введен новый элемент - регистр маски.

Наиболее близким к заявляемому является запоминающее устройство на органической основе, состоящее из источника питания, адресной шина (X, Y - адреса), детектора в запоминающей матрицы. Запоминающая матрица состоит из диэлектрического основания, на которое нанесены два взаимно перпендикулярных слоя проводников со слоем молекулярного носителя информации между ними и защитный слой [4]. Слой молекулярного носителя информации выполнен из органической двухкомпонентной системы окислительно-восстановительной пары соединений, таких как ферроцен ферроцениум, ориентирован-

ный перпендикулярно диэлектрическому слою. Процесс записи основан на явлении туннелирования [4].

В известном устройстве процесс записи и стирания информации происходит посредством электрического поля, а считывание оптическим способом, что существенно усложняет механизм позиционирования, поэтому размеры запоминающего элемента и его информационная плотность при тех же топологических размерах металлической разводки определяется оптическим устройством, т. е. дальнейшее повышение плотности запоминающих элементов невозможно. Кроме того, оптическое считывание также снижает надежность работы запоминающего элемента вследствие сложности позиционирования оптического луча.

Задачей изобретения является повышение информационной плотности запоминающего элемента, повышения надежности его работы и простота изготовления.

Поставленная задача решается тем, что молекулярный запоминающий элемент, содержащий диэлектрическое основание, на которое нанесены два взаимно перпендикулярных слоя проводников со слоем молекулярного носителя информации между ними и защитный слой, на нижний слой проводников нанесен дополнительный слой носителя зарядов с электронно-ионной проводимостью с расположенным на нем слоем молекулярного носителя информации, выполненного из соединений с низкоразмерной структурой, дискретно изменяющим в рабочем диапазоне проводимость с записью цифровой или аналого-дискретной информации.

Отличительными от прототипа признаками является: нанесение дополнительного слоя носителя зарядов с электронно-ионной проводимостью; молекулярный носитель информации, расположенный на слое носителя зарядов, выполнен из соединений с низкоразмерной структурой, дискретно изменяющим в рабочем диапазоне проводимость с записью цифровой или аналого-дискретной информации.

Поиск по патентной и научно-техническим источникам информации, анализ уровня техники не выявил устройств, характеризующихся признаками, идентичными существенным признакам и совпадающих с отличительными признаками заявляемого изобретения, обеспечивающими достижение технического результата. Следовательно, заявляемое изобретение соответствует требова-

нию "новизной" и "изобретательский уровень".

Использование в молекулярном запоминающем элементе химических соединений с низкоразмерной структурой обусловлено тем, что соединения с низкоразмерной структурой характеризуются электронной структурой неустойчивостью и под воздействием критического электрического поля происходит обратное электронно-структурное преобразование. Электронно-структурное преобразование под действием электрического поля происходит за счет переноса заряда из слоя с электронно-ионной проводимостью, приводящего к существенному изменению проводимости молекулярной системы: переход диэлектрик-металл или полупроводник.

На фиг. 1 представлена схема поперечного разреза молекулярного запоминающего элемента.

Запоминающий элемент содержит диэлектрическое основание 1, на которое нанесен слой проводников 2, поверх которого нанесен дополнительный дискретный слой носителей заряда с электронно-ионной проводимостью, например,  $\text{LiNbS}_4$ . Слой молекулярного носителя информации 4, расположенный на слое носителя заряда, выполнен из ориентированного соединения с низкоразмерной структурой, например, из тетраэдрикхлоридметана (TSNG). Слой проводников 5 нанесен ортогонально слою проводников 2. Поверх структуры выполнен защитный слой 6.

Запоминающий элемент работает следующим образом. При записи логической "1" на проводники 2 и 4, которые являются X и Y адресами запоминающей матрицы, подается вынуждающее напряжение  $E_{\text{вл}}$ , превышающее пороговое напряжение  $E_{\text{пор}}$ , которое определяется конкретным составом используемых соединений. После записываемого электрического импульса сопротивление запоминающего элемента переходит из высокоомного состояния в низкоомное. При считывании информации на те же адреса проводников подается контрольное напряжение  $E_{\text{ск}}$ , по величине меньше  $E_{\text{пор}}$ . По величине протекающего тока можно судить о состоянии запоминающего элемента: низкоомное состояние - при записи логической "1", или высокоомное состояние - при записи логического "0", или наоборот. При стирании информации на соответствующие выводы X и Y подается вынуждающее напряжение  $E_{\text{ск}}$ . Соответствующая диаграмма работы запоминающего элемента представлена на фиг. 2.

Процесс записи идет за счет того, что в молекулярной системе с низкоразмерной

структурной под воздействием приложенного напряжения происходит изменение электронного распределения и переход из состояния с низкой проводимостью в состояние с высокой проводимостью молекулярной системы.

Количественные характеристики исходного и конечного состояния зависят от вида используемых соединений и степени воздействия на них. Задавая время и величину действия электрического поля можно получить заданное значение проводимости, т.е. задавая время и силу воздействия, подавая определенную величину заряда можно получить заданное изменение проводимости. Измеряя соответствующее сопротивление можно получить информацию в цифровом или аналого-цифровом виде, что в свою очередь увеличивает информационную плотность на единицу поверхности.

Результаты проверки работы опытного образца показали, что при различных значениях  $E_{\text{вл}}$  и времени воздействия меняется проводимость слоя носителя информации, т.е. идет стабильная запись информации в цифровом или аналого-дискретном виде.

Считывание информации происходит путем измерения сопротивления известными методами.

Стирание производится подачей на запоминающий элемент электрического поля обратной полярности.

Выполнение заданного молекулярного запоминающего элемента, в виде сочетания в нем слоя из соединения с низкоразмерной структурой и слоя с электронно-ионной проводимостью позволяет:

1. повысить информационную плотность запоминающего устройства по сравнению с полупроводниковой технологией. В случае молекулярной технологии площадь занимаемая одним элементом памяти равна  $A^2$  ( $A$  ширина проводника), в то время как для полупроводниковой технологии соответствующий элемент занимает площадь около  $30 - 100 A^2$ . Изменяя величину  $E_{\text{вл}}$  и время воздействия на слой носителя информации получают запись в цифровом или аналого-дискретном виде. Более того, в молекулярной технологии можно легко осуществлять сложившую структуру, переходить к многослойным запоминающим устройствам;
2. Такое выполнение запоминающего элемента позволяет повысить надежность работы и упростить его изготовление и эксплуатацию.

Надежность элемента памяти, основанная на молекулярном принципе, определяется, с одной стороны простой технологией изготов-

1-го  
 18-го  
 19-го  
 20-го  
 21-го  
 22-го  
 23-го  
 24-го  
 25-го  
 26-го  
 27-го  
 28-го  
 29-го  
 30-го  
 31-го  
 1-го  
 2-го  
 3-го  
 4-го  
 5-го  
 6-го  
 7-го  
 8-го  
 9-го  
 10-го  
 11-го  
 12-го  
 13-го  
 14-го  
 15-го  
 16-го  
 17-го  
 18-го  
 19-го  
 20-го  
 21-го  
 22-го  
 23-го  
 24-го  
 25-го  
 26-го  
 27-го  
 28-го  
 29-го  
 30-го  
 31-го

ления. Процесс сборки регламентируется определенными физико-химическими условиями синтеза, что предопределяет простоту изготовления и идентичность создаваемых молекулярных образований и следовательно, проявления физических эффектов, определяющих явление запоминания.

С другой стороны, избыточное количество молекулярных ансамблей, находящихся меж-

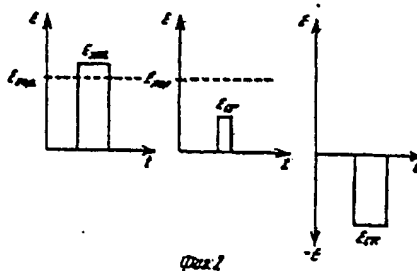
ду двумя ортогональными проводниками многократно дублируют друг друга. Кроме того, запоминающий элемент прост в эксплуатации, так как по одним и тем же проводникам происходит считывание, запись и стирание информации.

Задаваемое изобретение предназначено для использования в вычислительной технике.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Запоминающий элемент, содержащий последовательно расположенные диэлектрическое основание и проводники первой группы, проводники второй группы, ортогональные проводникам первой группы, запоминающий слой, защитный слой, отличающийся тем, что содержит слой носителя заряда с электроно-ионной проводимостью, запоми-

нающий слой выполнен из соединения с низкоразмерной структурой и нанесен на нижнюю поверхность проводников второй группы, на проводниках первой группы последовательно расположены слой носителя заряда с электроно-ионной проводимостью, проводники второй группы и защитный слой.



Заказ 47н Подписное  
 ВНИИПИ, Рег. ЛП № 040720  
 113834, ГСП, Москва, Раушская наб. 4/5

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.  
 Производственное предприятие «Патент»

## (12) Description of the Invention

(56) US Patent #3833894, G 11C 13/00, 1974

RU 2071126

### (54) Memory Element

(57) The invention relates to the computing technology and can be used in memory devices of computers, in the development of associative memory systems. The device enables increase in information density, improvement in reliability, and simplification of the manufacturing processes by making the molecular data carrier out of a compound with a ~~low-dimensional (or line-sized)~~ structure and applying it to an additional layer of the charge carrier with electron-ion conductance, which allows reading and writing information in digital or analogue-discrete form. (Fig. 2)

The invention relates to the computing technology and can be used in memory devices of computers, in the development of associative memory systems, in development of data banks with direct access, in development of a new generation of audio/video devices.

In the present time, the use of semiconductor technologies in microelectronics and in development of electronic devices is limited because of the limited electron mobility, large heat generation, and significant manufacturing complexity. [1, 2]

Presently, many organizations are involved in major research of the new principles of functioning and manufacturing of electronic devices that use super-molecular assemblies, characterized by their small size, diversity of shapes, and by their ability to change their electrical or optical characteristics in response to electric or magnetic fields or illumination.

This approach opens the path to the development of a new generation of electronic devices based on new materials and on new mechanisms of storing and processing information. These devices would have a higher density of electronic components, higher reliability and would be based on simpler technology.

There is a known organic memory device, which contains a memory matrix on an organic compound, a detector, an address decoder, and a mask register. The memory matrix has a five-layer structure [3]. The deficiency of such a device is the complexity and bulkiness of the memory matrix and the device itself, which are very significant for manufacturing and operating the device. The complexity and bulkiness of the device are due to the introduction of the new element – memory matrix.

The closest device to the current invention is the organic memory device comprising a power supply, address buses (X, Y – addresses), detector, and memory matrix. The memory element of the memory matrix comprises of a dielectric base, on which two layers of conductors are applied perpendicular to each other, a layer of molecular data carrier between the conductor layers, followed by a protective layer [4]. The layer of the molecular data carrier is made out of an organic two-component system of an oxidizer-

reducer compound pairs, such as ferrocene/ferrocenyl, placed orthogonally to the dielectric layer. The writing process in such system is based on tunneling principle [4].

In the device described above, storing and erasing information is done using an electric field whereas retrieval of information is done optically, which significantly complicates the positioning mechanism. Hence, the size of the memory element and its data density are determined by the optical device, and therefore, a further increase in density of the memory device is impossible. Besides, optical retrieval of information lowers the reliability of the memory device as a result of the complexity of precise positioning of the light ray.

The task of the present inventors is increasing data density of the memory element, improving its reliability, and simplifying its manufacturing process.

13 The given task is solved by adding extra layers to the molecular memory element, containing a dielectric base and two orthogonal layers of conductors with a molecular data carrier between them and a protective layer. The extra layers, added to the lower layer of the conductors, consist of a layer of a charge carrier with an electron-ion conductance with a layer of a molecular data carrier layer on top of it, made out of compounds with a low-dimensional (or fine-sized) structure. The structure discretely changes its conductance in the working range of values as the digital or analogue-discrete data is written.

The distinctive characteristics of the invention are: application of an additional layer of a charge carrier with electron-ion conductance; molecular data carrier, located on the layer of the charge carrier, is made out of a compound with a low-dimensional (or fine-sized) structure, that discretely changes its conductance in the working range of values as the digital or analogue-discrete data is written.

Our search of patent, scientific and technical information sources and the analysis of the level of current technologies failed to uncover devices, characterized by the significant characteristics of the current invention. Hence, the current invention satisfies the requirement of newness and inventiveness.

3) Using chemical compounds with a low-dimensional (or fine-sized) structure in the molecular memory elements is based on the characteristic structural electron instability of low-dimensional (or fine-sized) structures. Hence, in such compounds, reversible structural electron transformations take place under the influence of a critical electric field. The structural electron transformations take place due to transferring of charge from the layer with electro-ion conductance, which leads to a significant change in conductance of the molecular system: transformation dielectric-metal or -semiconductor.

Figure 1 depicts a cross section of the molecular memory device.

The memory element contains dielectric base (1), to which a layer of conductors (2) is applied, on top of which an additional discrete layer of a charge carrier with electron-ion

conductance, such as LiNbS (3), is applied. A layer of the molecular data carrier (4), applied on top of the layer of the charge carrier, made out of a directed compound of a low-dimensional (or fine-sized) structure, e.g. tetracyanogenquinodimethane (TSNG). A layer of conductors (5) is applied orthogonally to the conductor layer (2). Protective layer (6) is applied on top of the structure.

10 The memory element works in the following manner. During storing of information, when logical "1" appears on conductors (2, 4), which are the X and Y addresses of the memory matrix, a pulse voltage  $E_{\text{write}}$  is applied, which exceeds threshold voltage  $E_{\text{threshold}}$ , which is determined by the composition of the compounds used in the memory element. After the recording voltage pulse, the resistance of the memory element goes from a high Ohm value to a low Ohm value. During retrieval of information, a testing voltage  $E_{\text{read}}$ , which is lower than  $E_{\text{threshold}}$ , is applied to the same address conductors. The amount of the generated current reveals the state of the memory element – low Ohm state reflects a logical "1", whereas a high Ohm value reflects a logical "0" (or the other way around, if the system is designed to represent logical "1" with high Ohm values and logical "0" with low Ohm values). To erase information, voltage  $E_{\text{erase}}$  is applied to the address conductors. The corresponding diagram of the memory device operation is presented in Figure 2.

The information recording process takes place due to the changes in electron structure in the molecular system of the low-dimensional (or fine-sized) structure under the influence of the applied electric voltage, which causes the transformation of the molecular structure from the state of low conductance to the state of high conductance.

23 The quantitative characteristics of the initial and final state depend of the type of compounds used and the electric field used to influence them. By selecting an appropriate duration and intensity of the electric field, one can obtain the desired conductance value. Hence, by selecting the duration and voltage of the electric pulse, one can obtain the desired change in conductance. By measuring the corresponding resistance, one can obtain information in digital or analogue-digital form, which in turn increases the information density.

Experiments on the prototype of the invention showed that the conductance of the data carrier layer changes with different values of  $E_{\text{write}}$  and the duration of the electrical pulse. That is, the experiments show that the recording of information in digital or analogue-digital mode is happening.

Information retrieval takes place by measuring resistance using known methods.

Erasing of information takes place by the applying an electric field of the reserve polarity to the memory element.

The given molecular memory element invention, in form of the combination of a layer of low-dimensional (or fine-sized) structure and a layer of electron-ion conductance, allows to:



1. Increase information density of the memory device in comparison to the semiconductor technologies.

In case of the molecular technology, the area of one memory element is  $A^2$  ( $A$  is the width of the conductor), whereas for the semiconductor technology, the area of the corresponding element is  $30-100 A^2$ . By varying the value of  $E_{write}$  and the duration of the electrical pulse, one stores information in digital or analogue-digital form. Moreover, molecular technology easily lends itself to the implementation of a sandwich structure and allows for multi-layered memory devices.

2. Improve the reliability of the memory elements and simplify their manufacturing and operating.

The reliability of the memory elements based on the molecular principles is due, on one hand, by the simplicity of manufacturing. The assembly process is regulated by the specific physical and chemical conditions, which determined the simplicity of manufacturing and identicalness of the produced molecular compositions. That guarantees the exhibition of identical physical effects, determining the process of data storage and retrieval.

On the other hand, the large number of molecular assemblies between two orthogonal conductors producing a reliable average effect. Besides, the memory elements are simple in operation since storage, retrieval, and erasure of information uses the same conductors.

The current invention is designed for use in computing technologies.

### ***Design of the Invention***

Memory element, comprising serially laid out dialectic base; conductors from the first group of the periodic table; conductors from the second group, orthogonal to the conductors of the first group; recording layer; protective layer. The invention is *original* because it contains a layer of a charge carrier with electron-ion conductivity; a data-recording layer made out of a compound with a ~~low-dimensional (or line-sized)~~ structure, which is applied to the bottom surface of the carriers of the second group. On the carriers of the first group there are serially laid out a layer of charge carrier with electron-ion conductivity, carriers of the second group, and the protective layer.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**